

# DIJAGNOSTIKA STANJA KONSTRUKCIJE MAJŠANSKOG MOSTA U SUBOTICI I PREDLOG MERA SANACIJE

Aniko Tešanović<sup>1</sup>  
Josip Kovač Striko<sup>2</sup>  
Dragana Tabaković<sup>3</sup>  
Neven Nađ<sup>4</sup>

UDK: 625.745.12 : 620.193

DOI: 10.14415/zbornikGFS22.007

**Rezime:** Majšanski most u Subotici se nalazi na Majšanskom putu na km 178 + 698 pruge Novi Sad – Subotica, u staničnom pojasu, na izlazu sa železničke stanice Subotica ka Mađarskoj. Sadašnji most je izgrađen na ojačanim temeljima starog mosta sagrađenog oko 1912-1913. god, koji je morao da se rekonstruiše zbog svoje nedovoljne prolazne visine potrebne za elektrifikaciju pruge. Rekonstrukcija je rađena tokom 1980.-1981. god. Nova kolovozna konstrukcija mosta izrađena je od prefabrikovanih prednapregnutih ošupljenih ploča statičkog sistema proste grede iznad svakog od 4 otvora. Srednji stubovi koji prihvataju krajeve kolovoznih ploča iz dva susedna polja, sastoje se od AB poklapače i od po dva AB platna koja se oslanjaju na nadzemnu AB temeljnu gredu u sasatvu ojačanih temelja staroga mosta. U ravni kolovoza je projektom predviđeno da se iznad krajnjih i srednjih stubova ugrade tipske dilatacione spojnice. Prilikom pregleda objekta je ustanovljeno da su dilatacione spojnice ugrađene samo iznad krajnjih stubova, dok iznad srednjih nisu i na tim mestima je kolovoz pukao po celoj širini, tj. sam je "napravio" dilataciju, usled čega se voda sa kolovoza sliva na stubove. Kao posledica toga, danas su srednji stubovi potpuno degradirani, armatura je u njima potpuno korodirala, raslojava se što je dovelo i do degradacije betona. Kako je pruga na tom mestu jako frekventna i ne može se obustaviti saobraćaj, a površ toga prolazna širina između stubova jedva zadovoljava potrebe za železnički saobraćaj zbog čega se ne može pri sanaciji vršiti njihovo proširivanje, predlog je da se sanacija stubova vrši sukcesivno, jedan po jedan uz postavljanje privremenih montažno demontažnih stubova i podupirača u liniji postojećih stubova, a sama sanacija da se izvede primenom specijalnih reparacionih materijala za beton koji će ujedno i konzervirati armaturu i sprečiti njenu dalju koroziju, a umesto degradirane armature se

---

<sup>1</sup> Mr Aniko Tešanović, dipl.inž.građ., Građevinski fakultet Subotica, Kozaračka 2a, tel: 554-300, e-mail: [misan.dag@gmail.com](mailto:misan.dag@gmail.com)

<sup>2</sup> Josip Kovač Striko, dipl.inž.građ., Građevinski fakultet Subotica, Kozaračka 2a, tel: 554-300, e-mail: [josip.kovacstriko@gmail.com](mailto:josip.kovacstriko@gmail.com)

<sup>3</sup> Dragana Tabaković, dipl.inž.građ., Građevinski fakultet Subotica, Kozaračka 2a, tel: 554-300, e-mail: [draganatabakovic@gmail.com](mailto:draganatabakovic@gmail.com)

<sup>4</sup> Neven Nađ, dipl.inž.građ., TDD GROUP, Subotica, Preradovićeva 9a, tel: 566-244, e-mail: [nevennadj@yahoo.com](mailto:nevennadj@yahoo.com)

*po obimu stubova primenjuju čelični limovi i delimično prednapregnuti visokovredni zavrtnji.*

**Ključne reči:** *Korozija, degradacija, armatura, beton, dilatacija, sanacija.*

## 1. UVOD

Majšanski most u Subotici, nalazi se na Majšanskom putu na km 178 + 698 pruge Novi Sad – Subotica, u staničnom pojasu, na izlazu sa železničke stanice Subotica ka Mađarskoj.

Sadašnji most je izgrađen na ojačanim temeljima satrog mosta sagrađenog oko 1912-1913. godine, koji nije imao dovoljnu prolaznu visinu potrebnu za elektrifikaciju pruge, te se iz tog razloga nametnula potreba za njegovom rekonstrukcijom. Pošto je prilikom rekonstrukcije bilo potrebno zadržati postojeće prilazne nasipe i što manje povećavati niveletu kolovoza na mostu, a sa druge strane, bilo je potrebno povećati prolaznu visinu ispod mosta, kao i ne proširivati srednje stubove, pošto je čist razmak između stubova i osa koloseka između njih bio jedva dovoljan za minimalne zahteve određene železničkim gabaritom, projektom novog mosta [1] je predviđeno samo zadržavanje krajnjih stubova i temelja koji su ojačani, dok je kompletna kolovozna konstrukcija zajedno sa srednjim stubovima srušena i zamenjena novom.

Tako je umesto stare kolovozne konstrukcije koja se sastojala od podužnih nosača - čeličnih profila INP 500 na rastojanju od po 60 cm ubetoniranih u kolovoz i oslonjenih na svojim krajevima na poprečne nosače - čelične profile INP 400 ubetonirane u poklapače srednjih stubova, projektovana nova kolovozna konstrukcija od prefabrikovanih prednapregnutih ošupljenih ploča visine 40 cm statičkog sistema proste grede iznad svakog od 4 otvora, oslonjenih na poklapače - naglavne grede novih AB srednjih stubova od po dva AB platna debljine 30 cm koji se izgrađuju umesto starih ubetoniranih čeličnih rešetkastih stubića preseka 40x40 cm kojih je u svakoj osovini bilo po 4 i koji su bili oslonjeni na zajednički trakasti temelj fundiran na po 4 drvena šipa ispod svakog stubića.

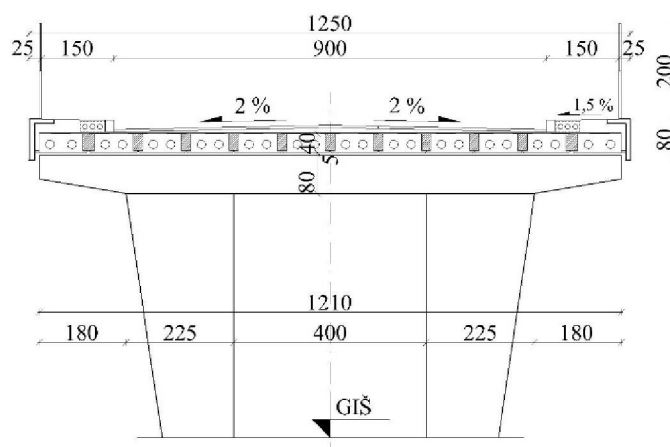
Pošto je za postizanje potrebne prolazne visine bilo potrebno značajno podizanje donje ivice kolovoza što se nije moglo kompenzovati stanjenjem kolovoza, umesto zadržavanja dvostranog podužnog pada nivelete od po 1%, novi most je projektovan u čistoj vertikalnoj krivini poluprečnika 600 m sa nagibima tangenti 5,21% i 5,36%, što su u stvari prosečni uzdužni nagibi postojećih prilaznih nasipa.

Rekonstrukcija mosta je rađena tokom 1980-1981. godine, s tim da se zbog brzine izvođenja radova odustalo od monolitno izvedenih AB srednjih stubova, te su umesto njih izvedeni AB prefabrikovani stubovi po geometriji isti kao ranije predviđeni, uz dodatno ojačanje AB temeljnih greda [2].

Nov most je isto kao stari sa 4 otvora (sl. 1). Širina novog mosta je veća od starog i sastoji se od kolovoza širine 9 m i pešačkih staza sa obe strane širine od po 1,5 m, unutar kojih su formirane i biciklističke staze (sl. 2).



*Slika 1. Sadašnji izgled mosta*



*Slika 2. Poprečni presek kod srednjih stubova*

Danas je most u izuzetno lošem stanju, naročito njegov donji stroj, te je bilo neophodno njegovo detaljno snimanje radi utvrđivanja pravih uzroka nastalih oštećenja na njemu i izrade preloga adekvatnih mera njegove sanacije.

## 2. PROJEKTOVANO I IZVEDENO STANJE OBJEKTA

Kako bi se prikupilo što više podataka o objektu, na osnovu podataka o godini izdavanja odobrenja za izgradnju, pronađena je postojeća dokumentacija u Istorijskom arhivu Subotice, koja je detaljno proučena i analizirana, kako bi se moglo doći do ključnih podataka značajnih za objekat, kao i do saznanja da li je objekat u svemu izveden prema odobrenim projektima navedenim u literaturi [1] i [2].

Projekat [1] obuhvata način rušenja postojećeg mosta, kao i kompletan projekat novog mosta. Novi most je projektovan sa gornjim strojem od prefabrikovanih

predanapregnutih AB ploča od betona marke 45. Između susednih ploča je predviđeno ubacivanje podužne armature unutar petlji uzengija ispuštenih iz prefabrikovanih ploča i monolitizacija za poprečni pravac betoniranjem betonom marke 45 na licu mesta nakon montaže kolovoznih ploča. Za podužni pravac, most je sa 4 otvora, krajnji stubovi su masivni, zadržani postojeći stubovi koji su ojačani AB oslonačkim gredama na koje se krajevi kolovoznih ploča oslanjaju preko podužno pokretnih oslonaca – po 12 kom. neoprenskih ležišta na svakom krajnjem stubu, t.j. po jedno neoprensko ležište ispod kraja svake kolovozne prefabrikovane ploče. Statički sistem kolovoznih ploča je prosta greda za premošćavanje svakog otvora. Nad srednjim stubovima su formirani nepokretni oslonci ispod kraja svake prefabrikovane ploče u vidu prethodno pripremljene i nivelisane podlivke  $d=1-5$  cm od masnog sitnozrnog betona marke 40. Između krajeva ploča nad zajedničkim srednjim stubovima, projektom je predviđen razmak u podužnom pravcu od po 5 cm (detalj u dispoziciji). Srednji stubovi su u vidu 2 AB platna uklještena u temeljne grede, obuhvaćena sa gornje strane AB polkapačom. Projektovani materijal za stubove, poklapače i temeljne grede je MB 30 i glatka armatura Č.0200. U tehničkom opisu je navedeno da se kod krajnjih oslonaca na prelazima ugrađuju specijalne dilatacione prelaznice marke GHH tip A 60 R proizvodnje Mostogradnja Beograd ili MT 50, dok se iznad srednjih stubova u tehničkom opisu ne spominje ugradnja nikakve dilatacione spojnice. U dispoziciji u sasatvu projekta su nacrtani detalji oslanjanja kolovoznih ploča na krajnje stubove i na srednje stubove gde je kod krajnjih stubova kroz ceo presek na prelaznici ostavljen razmak od 10 cm (i kroz asfalt, beton za pad i kroz hidroizolaciju) i upisano je da se ugrađuje dilatacija tip 50, a između krajeva ploča iz susednih otvora nad zajedničkim srednjim stubom je ostavljen razmak od 5 cm kroz ceo presek (i kroz asfalt, beton za pad i kroz hidroizolaciju) i takođe je upisano da se ugrađuje dilatacija tip 50.

Projektom [2] je obuhvaćeno preprojektovanje srednjih stubova na prefabrikovane, kao i dodatno ojačanje temeljnih greda, pošto je naknadno izrađen geomehanički elaborat.

U sastavu arhivske građe, pronađen je dokument Odgovor na dopis RO Mostogradnje u vezi sa izvesnim podbačajima betona u nekim elementima Majšanskog mosta u železničkoj stanici Subotica, napisan od strane Odgovornog projektanta Rančić Miroljuba, dipl.ing. 07.11.1980. [3]. Iz odgovora se vidi (iako dopis Mostogradnje nije pronađen u arhivskom materijalu) da je došlo do podbačaja marke betona u delovima betoniranim na licu mesta između prefabrikovanih kolovoznih ploča i da je umesto projektovane marke 45 dobijena maraka oko MB 30, koja prema odgovoru Projektanta ipak zadovoljava zahteve iz statičkog proračuna.

Upoređivanjem projektne dokumentacije i izvedenog objekta, vizuelnim pregledom je ustanovljeno da je objekat izveden u svemu prema odobrenom glavnom projektu [1] i dopuni projekta [2], s tim da na mestu oslanjanja kolovozne konstrukcije na srednje stubove nisu ugrađene dilatacione spojnice koje su navedene u detalju grafičke dokumentacije, već je asfalt, a pretpostavlja se i beton za pad koji se nalazi ispod njega, izveden u kontinuitetu sa ostalim delovima kolovoza. Pretpostavlja se da je ostali deo detalja izveden prema projektu, t.j. da je između ploča ostavljen razmak od 5 cm iznad svakog od srednjih stubova i da je hidroizolacija prekinuta iznad srednjih stubova, što je trebalo premostiti ugradnjom tipske dilatacione spojnice, iako na tom mestu ne treba

očekivati horizontalno razmicanje ili primicanje krajeva montažnih ploča, pošto se one nepokretno oslanjaju na srednje stubove. Ovako izveden završni detalj kolovoza, koji je izveden u vertikalnoj krivini te pored poprečnog omogućava i podužno odvođenje atmosferskih voda, direktno usmerava i omogućava procurivanje vode sa kolovoza na poklapače stubova koje natapaju srednje stubove.

Takođe se može zaključiti da je došlo do podbačaja marke betona u monolitno izlivenim delovima kolovozne konstrukcije između prefabrikovanih kolovoznih ploča i u oslonačkim gredama krajnjih stubova, ali postignuta marka betona zadovoljava zahteve iz statičkog proračuna, te time nije ugrožena nosivost konstrukcije objekta, ali je znatno smanjena otpornost na spoljašnje uticaje.

### **3. SADAŠNJE STANJE OBJEKTA I ANALIZA UZROKA NASTALIH OŠTEĆENJA**

Nakon detaljnog upoznavanja sa postojećom arhivskom dokumentacijom, izvršen je detaljan pregled gornjeg i donjeg stroja mosta opisan i prikazan u elaboratu [4].

Krajnji stubovi su u solidnom stanju. Na njima se vide manji tragovi procurivanja sa kolovoza na mestima oslanjanja kolovoznih ploča, neznatne tanke prsline betona i manja mehanička oštećenja. Nema tragova koji ukazuju na koroziju armature u betonu (sl. 3).



*Slika 3. Pogled na krajnji stub mosta*

Na svim stubovima se uočavaju iste vrste karakterističnih oštećenja koja se ogledaju u širokim pukotinama u betonu, naročito izraženim na AB platnima stubova, odvaljivanju velikih komada betona koji zahvataju i dublje delove od zaštitnog sloja, tako da je armatura na tim delovima potpuno izvan betona. Ova oštećenja su prisutna i na poklapačama i na AB platnima – stubovima i na gornjim nadzemnim delovima temeljnih greda (sl. 4, sl. 5 i sl. 6).





*Slika 4. Oštećenje AB platna srednjih stubova      Slika 5. Oštećenje poklapače*



*Slika 6. Oštećenje temeljne grede*

Vidljivi delovi armature su potpuno korodirali, na njima postoje uzdužne pukotine, raslojavanje – listanje i na dodir se armatura lomi i drobi pod prstima (sl.7). Na većim delovima površine betona se vide tragovi procurivanja vode i isoljavanja. Isti tragovi procurivanja i isoljavanja se uočavaju i na krajevima donjih strana kolovoznih ploča neposredno uz mesto oslanjanja na poklapače srednjih stubova (sl. 8).



*Slika 7. Karakteristično oštećenje armature*



*Slika 8. Tragovi procurivanja vode*

Detaljnou analizom nastalih oštećenja, došlo se do zaključka da je uzrok nastanka oštećenja korozija armature unutar betona izazvana procurivanjem vode sa kolovoza, a zimi slane vode usled soljenja kolovoza što još više doprinosi koroziji armature.

Visok stepen korozije armature izaziva njeno raslojavanje i povećanje zapremine usled čega iznutra dolazi do degradacije betona, pojave širokih pukotina i odvaljivanja betona koje je dodatno ubrzano i potpomognuto dinamičkim uticajem usled odvijanja železničkog saobraćaja u neposrednoj blizini stubova, kao i dinamičkim opterećenjem usled saobraćaja na samom mostu.

Donja strane kolovozne konstrukcije je u solidnom stanju. Mestimično ima tragova procurivanja vode sa kolovoza i to na krajevima uz oslanjanje na stubove, što ukazuje na probleme sa dilatacijom kolovozne konstrukcije iznad stubova, a dodatno objašnjava i nastanak najvećih oštećenja baš na srednjim stubovima.

Pregledom gornje strane kolovoza je uočeno da je iznad srednjih stubova celom širinom mosta asfalt pukao i na delu saobraćajnice i na delu pešačkih i biciklističkih staza i tu se vide tragovi vlage, dok su ostali delovi asfalta na površini saobraćajnice u solidnom stanju (sl. 9).

Na osnovu detaljnog pregleda objekta i pregleda i detaljne analize raspoložive arhivske dokumentacije, došlo se do generalnog zaključka da je uzrok nastanka pukotina iznad srednjih stubova izostanak ugradnje tipske dilatacione spojnice iznad razmaknutih



krajeva kolovoznih ploča oslonjenih na stubove i gušenje ove dilatacije monolitnim izvođenjem betona za pad i asfalta preko njega, te je konstrukcija sama na sebi napravila dilataciju na tom mestu. Pošto je prema detalju iz projekta hidroizolacija na tim mestima prekinuta i zbog izostanka gore navedene tipske spojnice prekid hidroizolacije nije premošćen, dolazi do procurivanja atmosfertske vode, a zimi slane vode usled soljenja kolovoza direktno na srednje stubove, što je izazvalo koroziju armature unutar betona sastavnih delova srednjih stubova i do degradacije i rasturanja betona praćenog pojavom širokih pukotina i odvaljivanja velikih komada betona.



*Slika 9. Poprečna pukotina na kolovozu mosta iznad srednjeg stuba*

#### **4. PREDLOG MERA SANACIJE**

Prema uticaju nastalih oštećenja na bezbednost objekta, mere sanacije su razvrstane na hitne intervencije, koje treba sprovesti u što je moguće skorije vreme jer njihovo nesprovođenje dovodi u pitanje nosivost i stabilnost objekta i na ostale intervencije koje spadaju u redovno održavanje objekta i koje se mogu sprovesti kasnije. U ovom radu će se nadalje dati samo hitne intervencije predviđene elaboratom [4], za čije izvođenje je, pored načina izvođenja propisan i tačan redosled izvođenja radova, kao i regulisanje saobraćaja na mostu i ispod mosta.

Pre početka izvođenja radova obavezno je obustaviti sav saobraćaj na mostu, a brzinu saobraćaja na pruzi ograničiti u blizini i ispod mosta i po mogućnosti postići u saradnji sa nadležnima na železnici da se ispod mosta u momentu izvođenja radova na srednjim

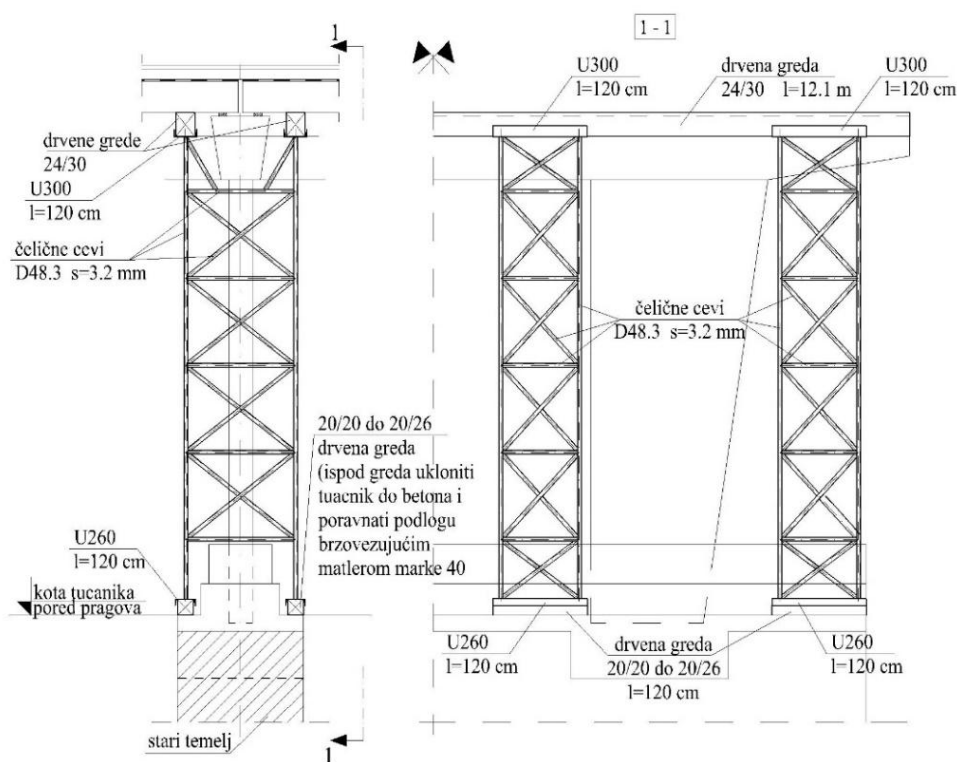


stubovima koji se saniraju pojedinačno jedan po jedan, saobraćaj preusmeri na koloseke koji se ne nalaze u otvoru koji je do stuba na kom se izvode radovi. Radovi na sanaciji ne mogu da se odvijaju bez saglasnosti Železnica Srbije i bez njihove koordinacije i prisustva. Sa njima treba postići dogovor i oko toga pri kom delu izvođenja radova je potrebno isključiti struju na objektu.

Predviđeno je da se sanacije izvede u tri koraka, s tim da sanacija počne sa sanacijom srednjih stubova koja se izvodi pojedinačno za svaki stub u dva koraka i nakon sanacije sva tri srednja stuba da se u trećem koraku izvrši sanacija gornjeg stroja mosta.

Prvi korak:

- Postaviti oko srednjeg stuba koji se sanira privremeni čelični rešetkasti stub (skelu) sa drvenom gredom za poduhvatanje krajeva montažnih kolovoznih ploča (sl. 10)

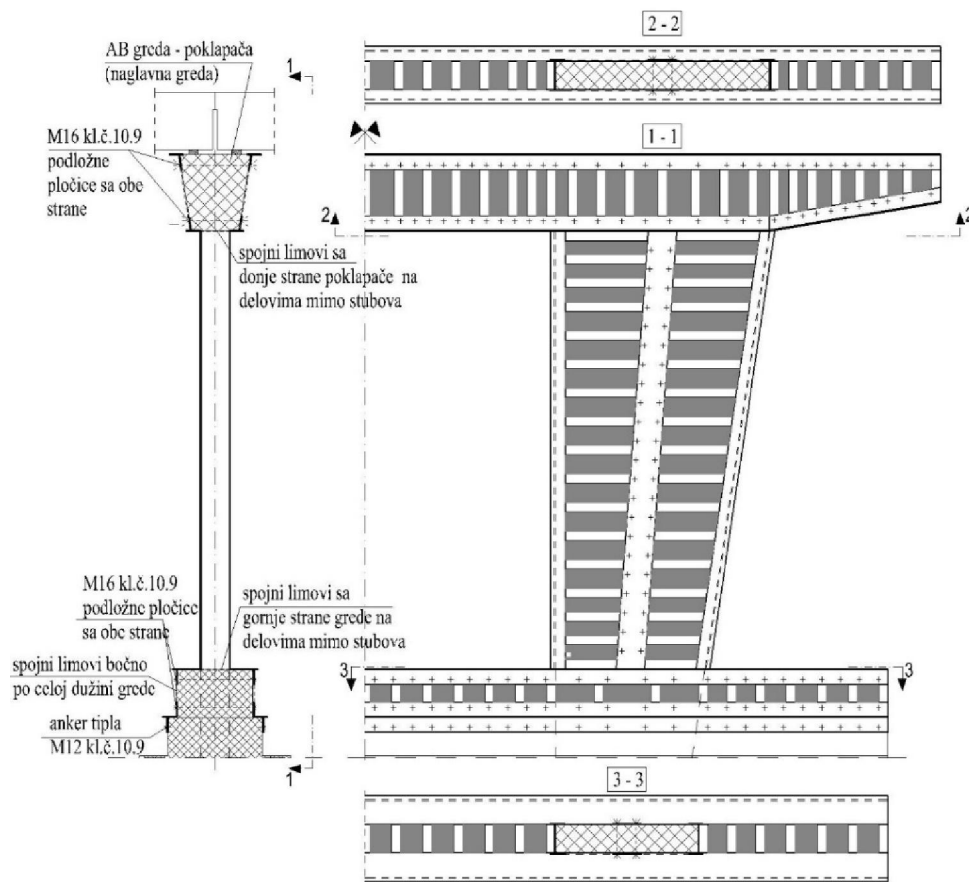


Slika 10. Prikaz čelične rešetkaste skele oko stuba

Drugi korak:

- ukloniti nezdrave delove betona sklone odvaljivanju sa poklapače, stubova i temeljne grede
- ukloniti sve nezdrave delove ogoljene armature poklapače, stubova i temeljne grede
- površine betona oslobođene od nezdravog materijala detaljno očistiti suvim peskarenjem
- sa površina ukloniti svu sitnu prašinu i ljuspice usisavanjem ili na drugi adekvatan način

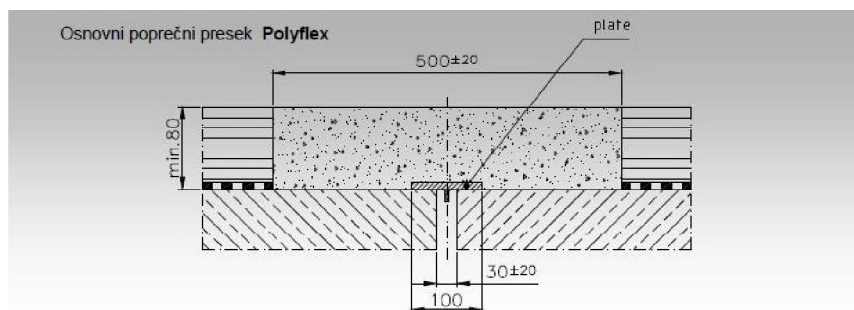
- na očišćene i suve površine naneti brzovezujući malter za reparaciju i finiisanje betonskih konstrukcija BETOMUR R MULTI A proizvodnje KÖSTER u sloju do 6 cm debljine, na mestima gde još postoje pukotine u betonu istim materijalom zapuniti pukotine, na mestima gde je potrebna veća debljina sloja od 6 cm, nakon sušenja od 30 minuta naneti sledeći sloj; poslednji sloj nakon sušenja od 30 minuta mistrijom izravnati i glačati (predložen materijal je kombinacija antikoroziwa, završne zaštite metala i betona, hidroizolacionog neskupljajućeg betona i završnog sloja za beton u jednom proizvodu)
- nakon vezivanja maltera, montirati čelična ojačanja stubova, poklapače i gornje površine temeljne grede koja treba da nadomeste degradiranu armaturu (sl. 11)
- demontirati skelu i drvene grede za poduhvatanje krajeva montažnih kolovoznih ploča
- premestiti skelu kod sledećeg srednjeg stuba i ponoviti postupak



Slika 11. Prikaz saniranog stuba

Treći korak (obavezno sme da se radi tek posle sanacije sva tri srednja stuba, kako se usled radova na prosecanju asfalta i betona za pad ne bi ugrozila nosivost i stabilnost oslabljenih i degradiranih srednjih stubova) :

- preseći asfalt i beton za pad u sastavu kolovoza na mestima iznad srednjih stubova u širini od po 50 cm
- obraditi površinu i krajeve hidroizolacije i ugraditi tipsku POLYFLEX asfaltnu dilatacionu spojnicu proizvodnje RW INTERNATIONAL komplet prema uputstvu proizvođača i detalju (sl. 12)



*Slika 12. Detalj dilatacione spojnice*

## LITERATURA

- [1] Glavni projekat Rekonstrukcije nadvožnjaka na Majšanskom putu u Subotici na km 178+698 pruge Novi Sad-Subotica. RO Centar za istraživanje i projektovanje Beograd, br. 486 od jula **1979**, Odg. projektant M. Rančić, d.i.
- [2] Dopunski projekat nadvožnjaka na Majšanskom putu na km 178+698 pruge Novi Sad-Subotica. CIP RO Centar za istraživanje i projektovanje Beograd OOUR Projektovanje i konsalting Biro za beton, od jula **1981**, Odg. projektant M. Rančić, d.i.
- [3] Odgovor na dopis RO Mostogradnja u vezi sa izvesnim podbačajem betona u nekim elementima Majšanskog mosta u železničkoj stanici Subotica. Odgovor napisan od strane Odg. projektanta M. Rančića, d.i, 07.11.**1980**.
- [4] Elaborat zaštite i održavanja Majšanskog mosta-pregled i utvrđivanje stanja objekta sa predlogom mera sanacije. MISAN & DAG d.o.o. Subotica, br. E-SM-05/13 od marta **2013**, Odg. projektant mr A. Tešanović, d.i.g.

## STRUCTURAL DIAGNOSTIC WITH THE REHABILITATION MEASURES FOR MAJSAN'S BRIDGE IN SUBOTICA

**Summary:** *Majsan's bridge in Subotica is on Majsan road at km 178 + 698 lines Novi Sad - Subotica, in the cellular band, at the exit from the railway station Subotica to Hungary. The current bridge was built on the foundations of reinforced bridge built around 1912 to 1913, which had to be reconstructed because of their lack of transient*



height required for railway electrification. Reconstruction was carried out during the 1980 to 1981. The new bridge deck is made of precast prestressed hollow core slabs girder simple beam over each of the 4 spans. Intermediate piers who accept parts of pavement slabs from two adjacent fields, consisting of reinforced final – top beam and of two reinforced canvases that rely on overhead reinforced fundamental beam as a part of the reinforced foundations of the old bridge. In the plain of the roadway, project scheduled to end over and piers incorporate typical expansion joints. When inspecting the building is found to have expansion joints installed just above the end-pillars, while over the medium pillars not in those locations in broke over the entire width, that it was "made" dilation by itself, which causes the water basing from roadway to pillars. Consequently, they are now middle pillars completely degraded, reinforcement bars in them completely corroded, fragmented is what led to the degradation of the concrete. As the track in this place very frequently and can not be terminated traffic, and on top of that passage width between columns barely meets the needs of rail traffic for which it can not be done in recovery of their coverage, the suggestion is to rehabilitation pillars done successively, one by one with the erection of temporary assembly dismantle the pillars and props in the line of the existing pillars, and repairs to be carried out using special reparation materials for concrete that will also preserve the valve and prevent its further corrosion, and instead degraded reinforcement in scope pillars applied steel plates and partially prestressed high strength bolts.

**Keywords:** Corrosion, degradation, reinforcement, concrete, dilataija, rehabilitation.